

## A fizikatanítás hatékonysága

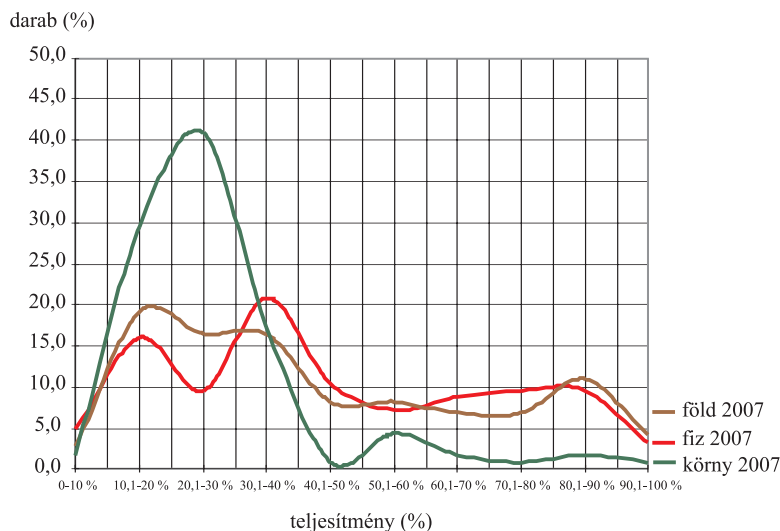
*A lap hasábjain már több írásunk jelent meg a fizika oktatásával kapcsolatban. Vizsgáltuk a tantárgy általános iskolai és középiskolai helyzetét, az oktatás feltételeit, a tanárok oktatási módszereit, a taneszközök helyzetét, a tantárgy kedveltségét és az óraszámok alakulását az utóbbi évtizedekben. Jelen tanulmányunkban azt mutatjuk be, hogy azok a diákok, akiknek felsőfokú tanulmányaik során valamilyen mértékben szükségük van fizikai jellegű ismeretekre, mennyire vannak tisztában a fizikában tanultakkal, milyen mértékben képesek a közoktatás során megszerzett tudásukat alkalmazni.*

Az ELTE TTK-ra belépő fizika, környezettan és földtudomány BSc-s hallgatók úgynevezett diagnosztikus dolgozatot írnak a tanév legelején. Az ezen elért tanulói teljesítmények összegzése alapján lehangoló következtetésre jutottunk a fizika középfokú oktatásának hatékonyságáról. Megállapításainkat konkrét adatokkal tudjuk alátámasztani, melyek fontosak a probléma leírása szempontjából, és messze túlmutatnak a fizikaoktatás problémáin, mert szinte valamennyi természettudományos tantárgy esetében hasonló következtetések vonhatók le. Adataink ismertetését követően javaslatokat fogalmazunk meg, amelyek nem csak a természettudományos tantárgyakat tanító tanárok, hanem az igazgatók, osztályfőnökök, mi több: a diákok számára is fontosak lehetnek, hiszen minden iskolának elemi érdeke, hogy ne csak bejuttassa a tanulókat a felsőoktatásba, hanem olyan tudásrendszerrel lássa el őket, amely képessé teszi arra, hogy a felsőoktatási követelményeket teljesíteni tudják.

Az évek során azt tapasztaltuk, hogy a felvett hallgatók közül nagyon sokan már az első félévi tanulmányi feladataikat sem tudják teljesíteni. Hogy minél több hallgató fejezhesse be eredményesen tanulmányait, egyetemünk már második éve szervez az adott szak szempontjából fontos, a középiskolában is tanult tantárgyakból (matematika, fizika, kémia) szükség szerint felzárkóztató kurzusokat. Azt, hogy a hallgatók közül kiknek kell ezeken részt vennie, a bevezetőben már említett, a tanév elején (az úgynevezett regisztrációs héten, még az oktatás megkezdése előtt) megírt diagnosztikus célú felmérő dolgozat alapján döntöttük el. A hallgatók minden, az első évfolyam számára meghirdetett tantárgyat felvesznek, a felzárkóztatás plusz foglalkozást jelent számukra. A jó dolgozatot írt hallgatók tehetséggondozásban részesülnek (például speciális előadások, illetve emelt szintű előadás). A továbbiakban a fizikára, a környezettudományra és a földtudományra jelentkező hallgatók fizikatudásával foglalkozunk, néhány összefüggést emelünk ki.

A felméréshez használt diagnosztikus tesztnek több eleme volt: a fizika szempontjából lényeges összefüggések, mértékegységek, nagyságrendek ismerete, egyszerű fizikai jelenségek kvantitatív vizsgálata, elemi számításos feladatok megoldása. A dolgozat színvonala nem érte el a középszintű fizikai érettségi színvonalát. A dolgozatot az ELTE TTK Fizikai Intézet munkacsoportja állította össze. A 2006 és 2007 őszén megírt 567 dolgozat eredményei természetesen nem tekinthetők reprezentatív mintának, de a kapott eredmények jelzésértékűek lehetnek.

A következő grafikonon (1. ábra) a hallgatók által elért eredmények eloszlása látható a 2007 szeptemberében írt dolgozatok alapján, mely nagyon hasonló a 2006-os eloszláshoz.

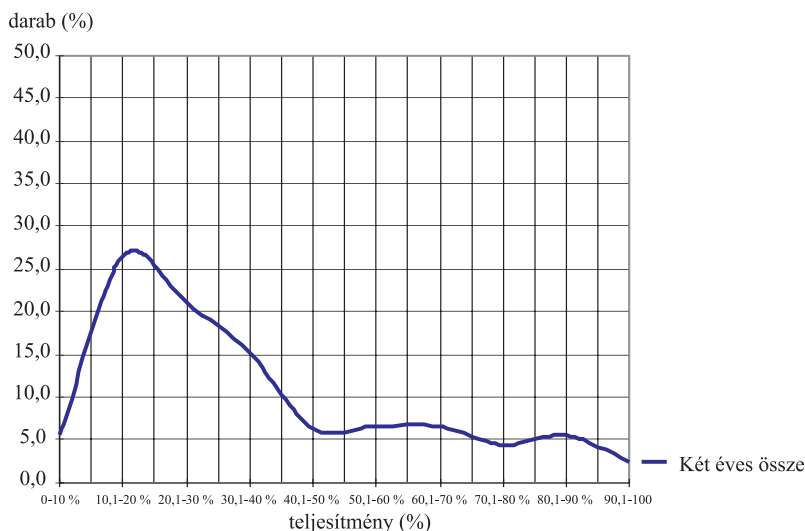


1. ábra. A hallgatók által elért eredmények eloszlása, 2007

Látható, hogy a környezettudomány szakos hallgatók különösen gyengén teljesítettek. 2007-ben alig 10 főnek nem kellett felzárkóztató foglalkozásokra járnia a 140 fős évfolyamból. A földtudomány szakos hallgatók körülbelül felének kellett felvennie a tárgyat azok közül, akik dolgozatot írtak. (Ők választhattak, hogy fizikából vagy kémiából írnak kritériumdolgozatot.) Köztük voltak egészen jól teljesítők is.

A fizika szakosok esetében több maximum is látható. Egy részük rendkívül gyenge dolgozatot írt, egy részük éppen a 20 pontos határnál „csoportosul”, és vannak kifejezetten jól teljesítők.

A következő grafikonon (2. ábra) összesítve ábrázoltuk a 3 szakra jelentkező hallgatók teljesítményét, együtt a 2006-ban és a 2007-ben felvettekét, mely így összesen 576 főt jelent. Vagyis a grafikon azoknak az ELTE-re felvett hallgatóknak a közoktatás során szerzett fizikatusultását mutatja, akiknek valamilyen értelemben fontos a fizika felsőoktatási tanulmányaik során.

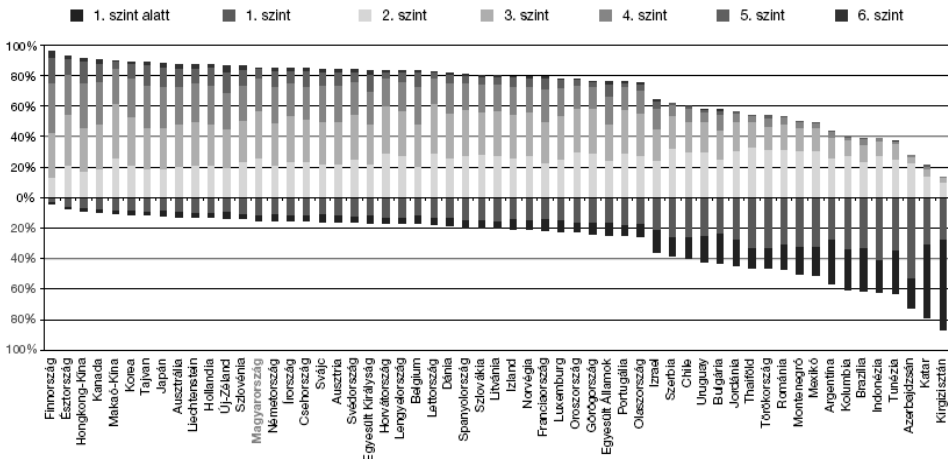


2. ábra. A három szakra jelentkező hallgatók 2006-os és 2007-es teljesítménye összesítve

A grafikonból az olvasható le, hogy a hallgatók 53,1 százalékának tudása 30 százalék alatt, 74,6 százalékuk (3/4 részük!) tudása pedig 50 százalék alatt van az általunk íratott dolgozat eredményei alapján.

A fentiek alapján talán sikerült érzékeltetnünk, hogy óriási szakadék van a felsőoktatás és a közoktatás között. Az utóbbi évek modernizációs folyamatai eredményeképp a közoktatás tananyagcsökkentést hajtott végre, így a felsőoktatásba kerülők nem kis része rendkívül hiányos alapokkal érkezik. Ellenben a felsőoktatás kibocsátási színvonala adott, és az ehhez államilag rendelt képzési idő is.

Adatinkból az is látszik, mintha kevesen lennének az olyan tanulók, akik kiemelkedő teljesítményt tudnak nyújtani. Sajnos ezt a sejtést más vizsgálatok is erősíteni látszanak. A 2006-os PISA vizsgálatban éppen a természettudomány volt a kiemelt terület. A 3. ábra azt mutatja meg, hogy az egyes országok diákjainak hány százaléka teljesített adott szinteken:



3. ábra. A 2006-os PISA vizsgálat eredményei

A satírozás alapján az látszik, hogy hazánkban kevés az 5. és 6. szinten teljesítő 15 éves életkorú tanuló, mindössze 6–7 százalék, míg az OECD országok átlaga 9 százalék, de például Finnországban a diákok 20 százaléka tartozik ide. Ebből azt a következtetést lehet levonni, hogy ahol kevés a magas szinten teljesítő diákok aránya, ott minden bizonnyal gondok adódnak majd a természettudományos és műszaki szakemberek utánpótlásával.

A következőkben néhány további részadatot mutatunk be a tanulói teljesítményekből.

A 2006-ban íratott dolgozat szerkezete a következő volt:

A dolgozat első része egyszerű törvények, összefüggések felírása (5–5 darab), illetve teszt-jellegű feladatok (15–15 darab) megoldása volt, kettőfelé bontva. Ezekből 7 mértékegységekre (T1–T7), illetve nagyságrendekre kérdezett rá, 8 hagyományos tesztfeladat (T8–T15).

A dolgozat második része: 3 darab számolós feladat volt, melyek közül az első egy egyszerű mechanikai jellegű feladat, a második elektromosságtani feladat, míg a harmadik összetett feladat. Ez utóbbi a fizika BSc-sek esetében kicsit nehezebb volt, mivel az ő esetünkben az is célkitűzés volt, hogy kiválogassuk azokat a hallgatókat, akiknek úgynevezett tehetséggondozásra van szükségük.

A 2006-ban írt dolgozatok eredményeinek néhány részlete az 1. táblázatban látható. A %-os értékek úgy keletkeztek, hogy kiszámoltuk, mennyi pontot lehetett volna abban az elemben összesen elérni az arra a kérdésre válaszoló hallgatóknak, és ehhez képest összesen mennyit érték el, szorozva 100-zal.

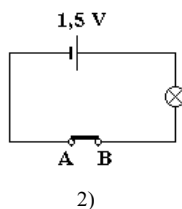
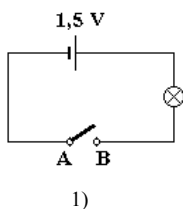
1. táblázat. A 2006-os dolgozatok eredményeinek néhány részlete, szakonkénti összehasonlításban

Szak	Képletek max. 10	T1–T7 max. 14	T8– T15 max. 16	1. rész max. 40	1. példa max. 12	2. példa max. 12/16	3. példa max. 16/12	2. rész Példák max. 40	Összesen max. 80
Fizika 127 fő	55,0%	63,6%	58,6%	60,0%	70,3%	28,9%	25,0%	40,0%	50,0%
Földtud. 88 fő	25,6%	53,1%	51,3%	45,5%	11,6%	10,4%	2,7%	8,5%	27,0%
Körny. 50 fő	18,4%	50,6%	47,0%	41,1%	12,0%	8,8%	1,0%	7,4%	24,3%

A fizika szakos hallgatók képletek + teszt, első rész, eredményei valamivel jobban sikerültek, mint 50 százalék, míg a feladatmegoldásban ennél gyengébbek voltak. A föld- és környezettudomány szakos hallgatók esetében a képletek eredményei lényegesen gyengébbek, a teszt elfogadható, bár jóval a fizikus szint alatt van. Ellenben feladatmegoldásban rendkívül gyenge eredményeket értek el, különösen a 3., picit összetettebb gondolkodást igénylő feladat esetében. 6 fő földtudományos és mindössze 1 fő környezettudományos hallgató foglalkozott egyáltalán a feladattal.

A következő feladat egy jellegzetes, az áramerősség és a feszültség fogalmak megfelelő használatával kapcsolatos díganosztizáló kérdés volt:

Mekkora feszültség mérhető az AB pontok között ideálisnak tekinthető feszültségmérővel a vázolt két esetben? Válassza ki, hogy melyik állítás igaz a felsoroltak közül!



- a) 1,5V és 1,5V
- b) 0V és 0V
- c) 1,5V és 0V
- d) 0V és 1,5V
- e) Nem dönthető el, mert nem tudjuk az izzó ellenállását.

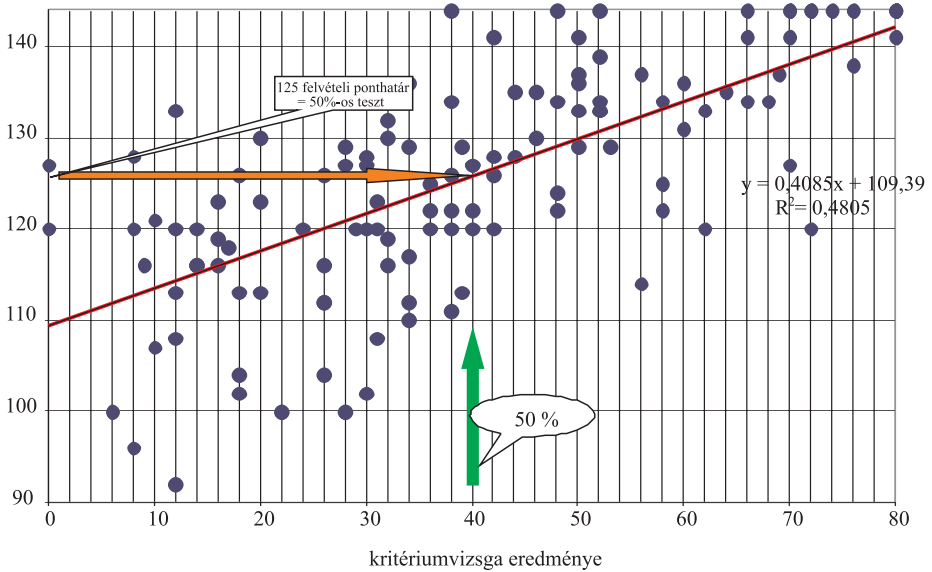
Eredmények: fizika: 20,5%; földtudomány: 5,7%; környezettan: 10%. Látható, hogy még a fizika BSc-hallgatóknak is csak igen kis százaléka tudott helyesen válaszolni.

A további feladatokról, az elért eredményekről, további részletekről tájékozódhat a kedves olvasó a következő honlapon: <http://members.iif.hu/rad8012/>.

Érdeemes megvizsgálni azt a kérdést, hogy a dolgozat eredményei milyen kapcsolatban állnak a felvételi pontszámokkal! Következő grafikonunk a fizika BSc-re felvett hallgatók esetében mutatja a kapcsolatot a 2006-os adatok alapján (a 2007-es adatok teljesen hasonló képet mutatnak).

A felvételi pontszámokat és a dolgozatban elért eredményeket ábrázolva, arra egyenes volt illeszthető, melyből a korrelációra 0,48 adódik, mely elég gyenge. A felvételi pontszámokat és a dolgozatban elért eredményeket (ez utóbbiakat felszorozva 1,8-del) t-próbának alávetve szignifikáns különbség van a két értéksor közt! Ez azt jelenti, hogy például a 144 pontos gyerekek 80-ra, illetve  $80 \times 1,8 = 144$ -re kellett volna teljesítenie. De, mint a 4. ábrából is látható, helyenként nagyon nagy különbségek vannak.

felvételi pontszám



4. ábra. A felvételi pontszámok és a dolgozatban elért eredmények összevetése

Általában egy pont egy gyereket jelöl, de például éppen a 144 pontot hozott és 80 pontos dolgozatot írt gyerek esetében 4 pont került ugyanoda. (Az 5. 80 pontos hallgató 141 ponttal került be.)

### A felzárkóztatás hallgatói megítélése

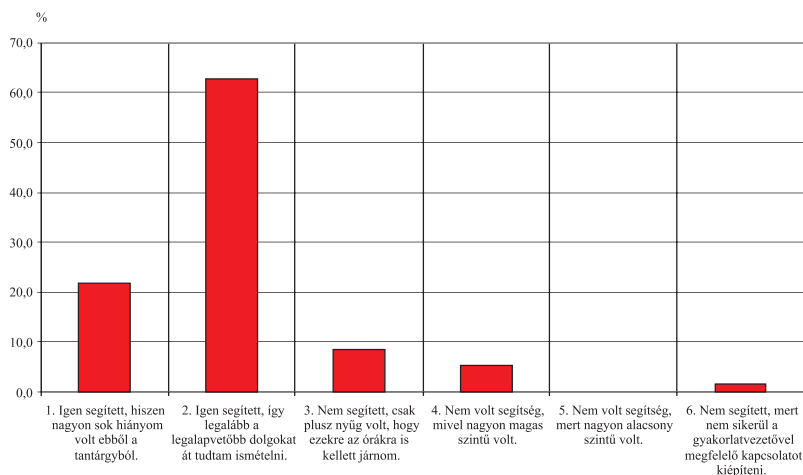
Mint már említettük, azoknak a hallgatóknak, akiknek nem sikerült megfelelő színvonalon megírni a dolgozatot, úgynevezett felzárkóztató foglalkozásokon kell részt venniük. Ezen hallgatók közt 2007 decemberében adatgyűjtést végeztünk. Olyan, 4 kérdésből álló, rövid kérdőívet állítottunk össze, melyhez válaszlehetőségek is tartoztak. Ezek megfogalmazásához elsősorban közoktatási (osztályfőnöki) és felsőoktatási tapasztalatokat használtunk fel, hogy megkönnyítsük a válaszadást. Sokan nem szeretnek fogalmazni, inkább az előre leírt lehetőségek közül választanak.

A válaszadás önkéntes volt és név nélkül történt. Mindösszesen 129 fő töltötte ki a kérdőívet: 20 fő fizika, 32 fő földtudomány és 77 fő környezettan szakos hallgató.

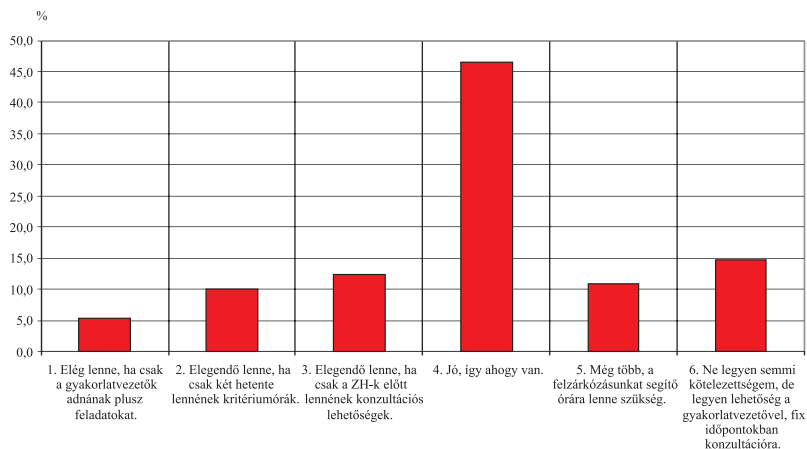
Általánosságban elmondható, hogy a hallgatók jelentős része az előre megadott válaszlehetőségek közül választott, kevés egyéb megjegyzés érkezett. Míg az első két kérdésre az esetek nagy részében egy válaszlehetőséget jelöltek be, addig különösen az utolsóra többet, sőt volt, aki mindet bejelölte.

Két kérdés erejéig érdeklődtünk a hallgatóktól arról, hogy miként értékelik a felzárkóztatás jelenlegi gyakorlatát intézményünkben. Általánosságban elmondható, hogy a hallgatók igen jelentős része értékelte úgy a foglalkozásokat, hogy azok segítségére voltak. Alacsony szintűnek senki nem ítélte meg (5. ábra).

A kapott eredmények szerint a hallgatók jelentős része a felzárkóztatás jelenlegi gyakorlatát jónak tartja. 10 százalékuk még több ilyen jellegű foglalkozást szeretne. Ugyan egyéb lehetőségek is megjelentek, de azokat olyannak ítéltük meg, ami ugyan jól hangzik, a gyakorlatban mégis nehezen valósítható meg. Tehát valószínűleg célszerű a jelenlegi gyakorlatot követni (6. ábra).



5. ábra. A kérdőív első kérdésére adott válaszok megoszlása. Segítette-e Önöket a felzárkóztatás jelenlegi gyakorlata a fizikából?

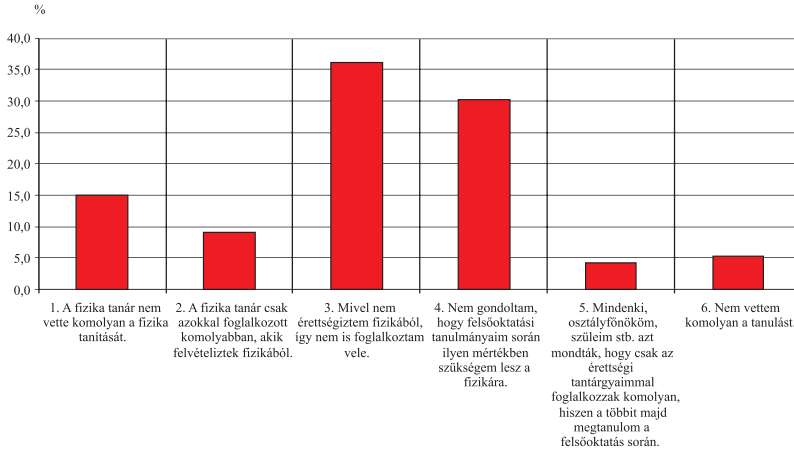


6. ábra. A kérdőív második kérdésére adott válaszok megoszlása. Mit tennének Önök másképp, hogy segítsék a kritérium ZH során megmutatkozó hiányok pótlását?

A következő két kérdés a hallgatók középiskolai tanulmányaira vonatkozott annak fényében, hogy miként ítélik meg azokat jelenlegi helyzetükből. E kérdések esetében általában többféle választ is megjelöltek a hallgatók, utalva a probléma sokrétűségére.

Amint a 7. ábráról leolvasható, a legtöbb hallgató a 3-as és a 4-es lehetőséget jelölte be, miszerint nem érettségizett fizikából, ami általában a föld- és a környezettan szakos hallgatókra jellemző, akik inkább biológiából, illetve földrajzból érettségiznek. Viszont ebből kifolyólag számukra teljesen kimarad egy év a fizika tanulmányaikból, ami nagyon komoly hátrányt jelent.

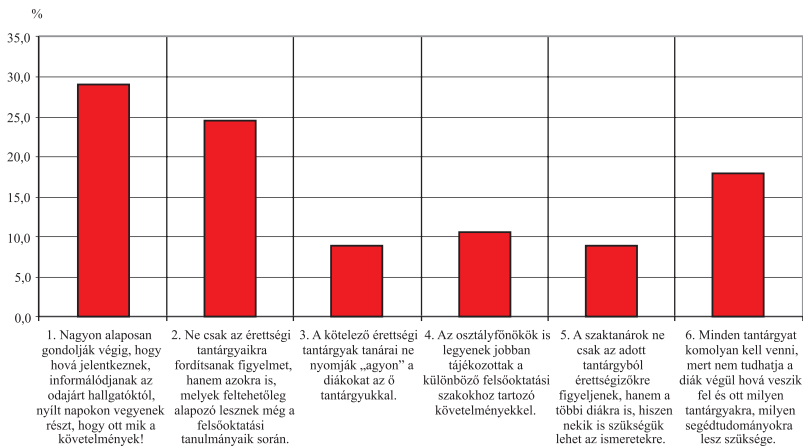
Többen válaszolták azt, hogy a fizikatanár nem vette komolyan a tantárgya tanítását. Saját tapasztalataink alapján azonban nem biztos, hogy ezt feltétlenül a fizikatanár rovására kell írni. Sok esetben az iskolavezetés, a szülők képviseletéből is álló iskolaszék köti gúzsba az igényesebb tanárok munkáját, mondván: rossz jegyek születnek nála, mivel szerintük túl sokat követel a diákoktól. Ennek következménye az, hogy a tanár inkább „lazábban áll hozzá”, csak a felvételizőkre koncentrál, míg a többiek különösebb erőfe-



7. ábra. A kérdőív harmadik kérdésére adott válaszok megoszlása. Önök szerint milyen problémák voltak saját középiskolai tanulmányaik során?

sztítés nélkül megkapják a jobb osztályzatot a tantárgyból. És itt van egy komoly csapda elrejtve, amikor a diák természettudományos jellegű szakot választ, ahol ugyan a fizika nem felvételi tantárgy, de ugyanakkor elengedhetetlenül szükséges. Ezért fontosnak tartanánk, hogy az utolsó évben e diákok számára legyen lehetőség valamilyen általános természettudományos tantárgy tanulására, mely elsősorban fizikai és kémiai jellegű ismereteiket rendszerezi.

Az utolsó kérdésben azt kértük a hallgatókkal, hogy gondolkodjanak el azon, miként tudnák segíteni a közoktatás megújítását eddig szerzett saját tapasztalatikkal (8. ábra).



8. ábra. A kérdőív negyedik kérdésére adott válaszok megoszlása. Mit "üzennek" régi iskolájuknak (tanáraiknak, felsőbb évfolyamra járó diáktársaiknak)?

Kiemelendőnek tartom azt a választ, hogy a diákok és az osztályfőnökök egyaránt tájékozottabbak legyenek abban, hogy mik a várható követelmények, továbbá ne csak a szigorúan vett érettségi tantárgyakra fordítsanak figyelmet.

Lényeges kérdés, hogy a felzárkóztatásban részt vett hallgatók miként állják meg a helyüket további tanulmányaik során. Erről nehéz statisztikát készíteni, de azért néhány hozzávetőleges adatunk van. A felzárkóztatás fél évig tart. A foglalkozásokon elsősorban

a mechanikára, a fizika mint tudomány kialakulásában is fontos, alapfogalmak átismétlésére, a fizika jellegzetes gondolkodásmódjának bemutatására koncentrálunk, mivel ez az első félév tananyaga. Tehát fontos mutató az, hogy hányan tudják megszerezni az első félév végi gyakorlati jegyüket. A környezettudomány szakos hallgatók esetében ez az arány csak a hallgatók harmada, de ha megnézzük a tudásszint-eloszlási görbéjüket, azt hiszem, ez is nagy teljesítmény; a földtudományos és fizikus hallgatóknak pedig körülbelül 3/4 része. Egy részük éppen hogy elégségest kapott, de a vizsga már nem biztos, hogy sikerült. Vannak azonban olyan hallgatók is, bár nem sokan, akik jó vagy jeles osztályzatot szereznek. Nekik valószínűleg jó alapjaik voltak, és kellően szorgalmasak is voltak, a felzárkóztatás csak arra kellett, hogy „belerázdójanak” a témába.

### Összefoglalás

1) Akik nem tanultak fizikát a 12. évfolyamon, nem jártak fizika fakultációra, nem érettségiztek a tantárgyból, akár emelt, akár középszinten, azoknak kiesett egy év a fizika tanulmányokból és nagyon sokat felejtettek.

2) A felvételi pontszám nem csak a fizikatudást tükrözi, hanem sok részből tevődik össze, például nyelvvizsgákkal is sok pluszpont szerezhető stb. A természettudományi szakok esetében a felvételi pontszámításnál elfogadják a középszintű érettségit, illetve nem csak a választott szakból, hanem bármilyen más természettudományos tantárgyból szerzett érettségit is.

3) Elsősorban azoknál a szakoknál, ahol a fizika „segédtudományként” szerepel, jól megfigyelhető, hogy a hallgatók már középiskolás koruk alatt teljesen elhanyagolták a nem szakirányú tantárgyak tanulását, esetünkben a környezettudomány, földtudomány szakosok a fizikát.

4) Sem a szülők, sem a középiskolai tanárok nem világosítják fel a tanulókat arról, hogy nem csak a szűken vett választott szakirányt kell tanulni, például a földtudományhoz csak a földrajzot, hanem a tudományág műveléséhez szükséges segédtudományokat is, esetünkben a fizikát, kémiát, matematikát. Általános tapasztalat, hogy inkább lebeszél a nem a választott szakterülethez tartozó és nem érettségi tantárgy komolyabb tanulásáról a diákokat, hogy az idejét csak arra fordítsa, ami a fő szakja lesz, vagy választott érettségi tantárgy.

5) A NAT bevezetésével a különböző tantervi modernizációs folyamatok eredményeképp radikálisan (jó esetben 40 százalékkal) csökkent a fizika óraszám a közoktatásban, ezáltal a tantárgy megbecsültsége is. Ugyanakkor a tananyag mennyisége gyakorlatilag változatlan maradt. Ez a helyzet diáknak, tanárnak egyaránt megoldhatatlan, kudarcokkal teli szituációkat generál. Az egyetemek ezt a megváltozott helyzetet nem veszik és nem is vehetik figyelembe képzési programjaik tervezésénél, pedig ténykérdés, hogy átlagosan kevésbé felkészült diákok jelennek meg a felsőoktatásban. A követelményekhez igazodva, egyetemi diplomát nem adhatnak kevesebb tudásra!

6) Az óraszámok csökkentésével csökkent a természettudományos ismereteket igénylő szakmák megbecsültsége is, így az ilyen pályákra sajnos nem a legtehetségesebb diákok jelentkeznek.

Az írásunk alapjául szolgáló felmérő dolgozatok az ELTE Fizikai Intézetében készültek, de nagy valószínűséggel az ország bármely hasonló egyetemén és szakján hasonló eredményeket kaptunk volna. Ezt a feltevést erősíti, hogy egyetemünkön a kémia szak esetében is hasonló eredmények születtek, ami azt mutatja, hogy az iskolai kémiaoktatás is hasonló problémákkal küzd.

Véleményünk szerint arra kellene ösztönözni az oktatásirányítást, hogy ne tegye teljesen frusztrálttá a gyerekeket (tanárokat) az állandó óraszámcsökkentéssel. Tudomásul kellene venni, hogy a természettudományok óriási fejlődése (annyi új ismeret zúdult ránk



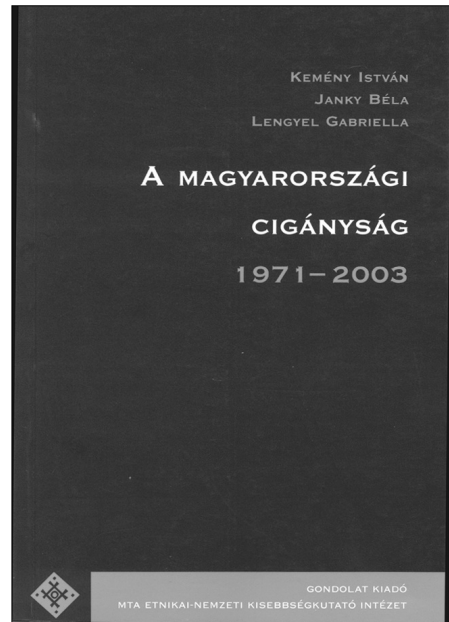
körülbelül 50 év, mint addig 500 év alatt) következtében nincs olyan csodamódszer, amellyel a gyerekeknek a mindennapi állampolgári létünket is meghatározó, alapvető új ismereteket kevesebb óraszámban lehetne feldolgozni, mint 15 évvel ezelőtt. Az óraszámcsökkentésből az is következik, hogy a gyerekeknek több ismeretet kell otthon feldolgozni, több a házi feladat. Ez viszont nincs összhangban az esélyegyenlőséggel, hiszen aki rosszabb családi háttérrel rendelkezik, az emiatt komoly hátrányba kerül.

### Irodalom

Balázs Ildikó – Ostorics László – Szalay Balázs (2007): *PISA 2006. Összefoglaló jelentés*. Oktatási Hivatal, Budapest.

Radnóti Katalin (2004): Gyenge kezdés után erős visszaesés. Avagy: miért nem szeretik a diákok a fizikát? *Iskolakultúra*, 1. 50–69.

Radnóti Katalin (2005): A fizika tantárgy helyzete egy vizsgálat tükrében. *Iskolakultúra*, 3. 81–95.



A Gondolat Kiadó könyveiből